2A 降压、开关型 PWM DC/DC 稳压器

LTH1410 数据手册

基本描述：

LTH1410 是一个由内部功率 MOSFET 单片集成降压（buck）稳压器，达到 2A 的连续输出。电流可以在大范围的电源输入下有很好的负载能力和线性调节能力。

电流型实现了快速的暂态过程和提高回路的稳定性。

故障保护包括了一个循环电流限制和过热保护，小于 20 微安的关断电流。

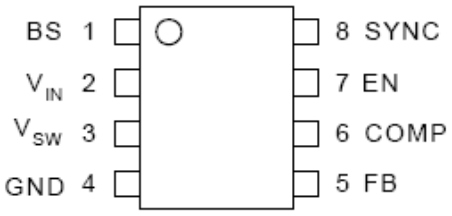
LTH1410 要求一个最小数量的容易使用的标准外围组件。同步引脚允许这部分驱动 600kHz 电路。

特性：

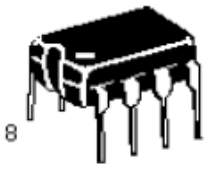
- 2A 的输出电流
- 0.18Ω的内部开关型 MOSFET 内阻
- 稳定的低 ESR 输出陶瓷电容
- 高达 90%功效
- 低于 20μA 的关断电流
- 400kHz 的固定频率
- 过热保护
- 循环过电流保护
- 4.75V 至 15V 的工作输入范围
- 输出电压调整：1.28V 至 13V
- 可设计的欠电压保护
- 与输入频率同步
- 8 引脚 SO 封装

应用：

- DVD，车载电器，GPS
- 分散功率系统
- 通信产品
- 计算机（网卡，调制解调器，监视器，主板，声卡……）
- 电池充电器，电话，数据库，LED 显示器，卫星接收器

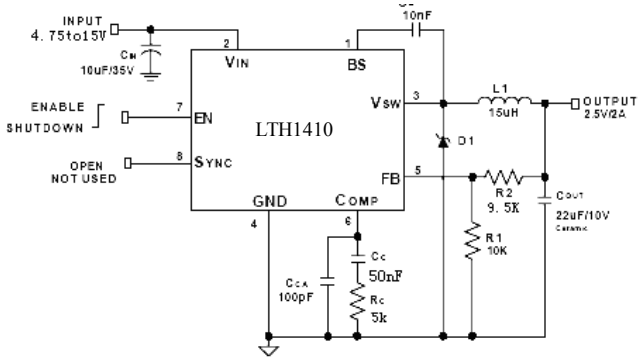


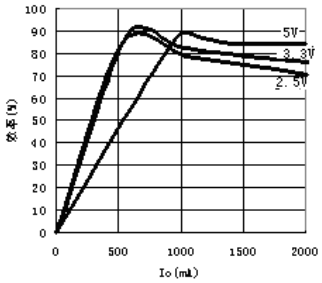
SO8



DIP8

典型应用电路：

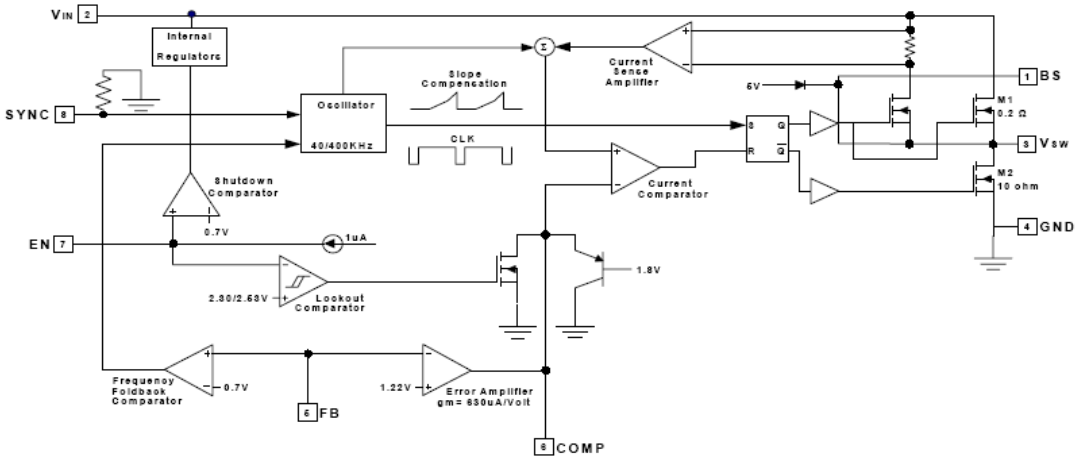




功效 vs. 输出电压＆输出电流 (V_{IN} = 10V)

系统框图：

LTH1410 BLOCK DIAGRAM



功能描述：

LTH1410 是一个电流型稳压器，也就是说，补偿引脚的电压与流过负载的电流成比例。

在开始时，上面的晶体管 M1 是断开的，下面的晶体管 M2 是闭合的，V_C 引脚的电压比电流检测放大器的输出更高，电流比较器的输出是低电平，400kHz 时钟信号的上升沿使 RS 触发。它的输出使 M2 断开，使 M1 闭合，从而使开关引脚和电感与输入电源连接。增大的电感电流被电流检测放大器检测并且放大。电流比较器用来比较被电流检测放大器输出的斜波补偿电流与误差放大器的输出。当电流检测放大器的值加上斜波补偿信号超过 Comp 引脚电压时，RS 触发器复位并且芯片恢复到最初 M1 断开，M2 闭合的状态，反之，如果电流检测放大器的值加上斜波补偿信号没有超过 Comp 引脚的电压，那么，时钟信号的下降沿将会使触发信号复位。

误差放大器的输出是负反馈电压和带隙基准电压 1.28V 的电压差。负回馈电压小于带隙基准电压 1.28V 将会增大 V_C 引脚的电压。V_C 引脚的电压是和电感电流的峰值成比例的，电压的增加使得流过的输出的电流增加。

在轻载的情况下，低于 10Ω 的整流管可以保证自举电压的供电，外部的肖特基二极管 D1 携载了大部分的电感电流。

绝对最大值：（注意 1）

电源电压(V_{IN})---------- 16V
开关电压---------- －1V 至 V_{IN} +1V
升压---------- V_{SW} +6V
负回馈电压---------- －0.3 至 6V
Enable/UVLO 电压---------- －0.3 至 6V
V_C 电压---------- －0.3 至 6V
同步电压---------- －0.3 至 6V
结点温度---------- 150℃
引脚温度---------- 260℃
储存温度---------- －65℃至 150℃

推荐工作条件：（注意 2）

输入电压---------- 4.75V 至 15V
运行温度---------- －40℃至＋125℃

ESD 敏感度

（人体模式） ---------- 2KV

封装温度特性：

$R\theta_{JA}$(8 引脚 SOIC)---------- 160℃/W
$R\theta_{JA}$(8 引脚 PDIP)---------- 105℃/W

电气特性：

（V_{IN} = 12V,T_A = 25℃ 除非特殊说明）

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
负回馈电压	4.75V≤VIN≤15V, Comp<2V	1.260	1.282	1.331	伏
上开关导通阻抗			0.18		欧
下开关导通阻抗			10		欧
上开关漏电	EN=0V;VSW=0V			10	微安
电流限制		2.4	2.95		安
电流限制增益 输出电流 Comp 引脚电压			1.95		伏/安
误差放大器电压增益			400		伏/伏
振荡频率		382	430	480	千赫兹
短路开关频率	FB＝0V	30	42	54	千赫兹
同步频率	同步驱动电压 0 至 2.7V			600	千赫兹
最大占空比	FB＝1V		90		%
最小占空比	FB＝1.5V			0	%
使能阈值	ICC>100μA		1.0	1.3	伏

使能上拉电流	EN=0V	1.15	1.46	1.8	微安
High Going 开启欠电压保护		2.3	2.7		伏
迟滞开启欠电压保护			210		毫伏
电源电流（静态）	EN≤0.4V		10	50	微安
电源电流（运行）	EN≥2.6V;VFB=1.4V		0.9	1.5	毫安
过热保护			160		℃

注意 1：超过这些值将会造成元件的损坏
注意 2：在元件的额定值之外不保证可以正常使用
注意 3：测定时大概有 1”平方 1 盎斯的铜围绕在元件管脚处

管脚功能：

BS（引脚 1）自举
这个电容器是用来驱动在电源电压以上的电源开关门电路, 被连接在 V_{SW} 和自举引脚之间，使的开关驱动两端产生浮动电压。当 V_{SW} 引脚电压低的时候，C_B 两端可产生 5V 的电压用来提供内置 5V 的电压源的电压。

V_{IN}（引脚 2）电源电压
LTH1410 可工作的输入电压范围是＋4.75V 至+15V。Cin 用来保护在输入端出现的高电压。

V_{SW}（引脚 3）开关
引脚连接一个电感通过 M_1 与 V_{IN} 相连，或者，连接电感通过 M_2 与 GND 相连。

GND（引脚 4）接地
此引脚电压是用来确定其他电压值的参考电压。所以，在它的规划布线中要表示出来。该节点要放置在 D_{SCH} 和 C_{IN} 的接地回路之外，以防止开关电流所感应出的噪音电压进入该回路。

FB（引脚 5）负回馈
外部的电阻分压器连接在输出电压端和 GND 之间,和 FB 引脚分接以确定输出电压，当 FB 的电压低于 650mV 时，频率监视比较器会降低振荡频率以保证在出现短路故障时电流低于电流限制值。

COMP（引脚 6）补偿器
此节点是跨导放大器、误差放大器的输出，又是电流比较器的输入。在此节点，连接一个串连的接地的 R-C 元件可以构成一个频率比较器。更多的详细资料请参阅“比较器章节”

EN（引脚 7）使能/欠电压保护
使芯片运行的电压需大于 2.45V，如果不使用，输入可以不连接。欠电压保护可以单独的在 V_{IN} 和 GND 之间附加一个电阻分压器，对于完成低电流闭合要求电压低于 0.7V

SYNC（引脚 8）同步输入
该引脚用于使内部振荡器的频率与外部电源的频率同步。如果振荡器没有复位，连接 V_{SW} 从 V_{IN} 到 GND，一个大于 2V 的 High Going 信号能使振荡器复位。在上升沿信号同步之后,

V_{SW} 引脚可以达到一个高的传送速度，大概 350ns，外部同步信号频率需要大于 440kHz, 如果不使用，输入可以不连接。

应用信息：

自举电容--CB

设计在上开关门驱动电路的旁路上，其取值应该大于等于 4.7nF。对于简单的设计，它的取值可以跟补偿电容（C_C）的值一样。

补偿电容--C_C

这是一个和 R_C 串联的系统的补偿电容，使用型号 X7R,50nF,50V 的陶瓷电容。

辅助补偿电容--C_{CA}

这是一个在 V_C 和 GND 引脚之间的系统补偿电容，这个电容会产生高频的噪音和增益从而使得占空比波动。对于很好的布线板使用低 ESR，输出容抗（C_{OUT}）和 C_{CA} 是不必要的。-3dB 带宽由公式 1/2π（R_C*C_{CA}）得出。当 R_C = 10kΩ, C_{CA} = 100pF 时，截止频率为 159kHz 可以虑掉 400kHz 的开关频率以及低于 10kHz 至 80kHz 的 GBW。使用 100pF,50V，X7 陶瓷电容。

补偿电阻--R_C

回路补偿增益是跟 R_C 的取值成比例的。较高的 R_C 值可以得到较高的补偿增益。关于其取值的计算将会在“回路补偿章节”讨论。附录表格 IV 是表面陶瓷和特殊聚合电容的推荐值。

负反馈分压电阻--R2,R1

输出电压可以由 R2,R1 计算得到：

$V_{OUT} = 1.28V[1 + (R2 / R1)]$

R1 的最大推荐值为 100kΩ, 如果使用未屏蔽的电感，过高的阻抗会造成负回馈节点噪音。10kΩ是一个比较好的标准值。

输入旁路电容--CIN

CIN 是一个容量提供电容，其值应该大于等于 10μF。应该为电解钽或电解陶瓷电容，因为它需要吸收输入开关电流，所以要求要有适当的额定纹波电流，其电流有效值应该大概大于输出电流的 1/2。为了确保稳定运行，CIN 应该尽量的靠近 IC 放置。一个小的高品质陶瓷电容应该交替的靠近 IC 放置并且 CIN 需要远离 IC，然而，如果 CIN 也是高品质陶瓷电容的话，使用这种方法时需要注意，两个电容之间的谐振能量振荡会产生大的电压偏移。

肖特基保护二极管--D1

当VSR低的时候，D1提供了大多数的流过L1的电流，低的前置肖特基压降（VSCH）对应高的稳压效率。

表格II提供了基于最大输入电压和额定电流的肖特基二极管型号。表格III提供了生产商的网址。

D1的最大额定击穿电压大于最大输入电压V_{IN}(MAX)

D1的平均额定电流必须大于平均负载电流。

$I_{DIODE}(AVG) = I_{LOAD} X [V_{IN} – (V_{OUT}+VSCH)] / V_{IN}$

Table II. Diode Selection Guide

V_{IN} (Max)	1A Diodes	2A Diodes
15V	10BQ15	30BQ15
20V	1N5817 B120 SS12	B220 SK23 SR22
30V	1N5818 B130 MBRS130 SS13	20BQ030 B230 SK23 SR23 SS23

Table III. Schottky Diode Manufacturers

Diodes, Inc.	www.diodes.com
Fairchild Semiconductor	www.fairchildsemi.com
General Semiconductor	www.gensemi.com
International Rectifier	www.irf.com
On Semiconductor	www.onsemi.com
Pan Jit International	www.panjit.com.tw

电感--L1

适当的L1值的选择包括了适当的电感值，额定电流和其机械尺寸。

表格IV列出了一般输出电压的最小电感推荐值，表格V的选择指南列出了不同生产厂家的电感型号，电感值，最大输出电流，直流阻抗，内层芯板，铁芯类型和机械尺寸。

电感的最大额定电流应该高于运行电流的峰值

$I_{PEAK} = I_{LOAD} + (V_{OUT})(V_{IN}-V_{OUT})\ 2(L)(F)(V_{IN})$

例：V_{IN}=12V Vout=3.3V, L=15uH,

I_{LOAD}=1.2A

$I_{PEAK} = 1.6 + (3.3)(12-3.3)2(15u)(380KHz)(12)$

I_{PEAK} = 1.809A

参考表格V选择最大额定I_{DC}>1.809A的15μH的电感

输出电容--C_{OUT}

输出电容得选择对于开关稳压器是最值得讨论的，其电容值和等效串连电阻（ESR）直接影响：

- 系统的稳定性
- 回路补偿元件R_C和C_C
- 输出纹波电压

此外，C_{OUT} 在开关稳压器中经常是重要的组成元件。

图1和图2是两个有低ESR的应用C_{OUT}的电路图，其参数使用表IV的值表IV 标准输出的组成元件推荐值

Vout	1.28V	1.5V	1.8V	2.5V	3.3V	5.0V
R2	0K	1.71K	4.06K	9.5K	15.7K	29.1K
L1 minimum	6.8μH	6.8μH	10μH	10μH	15μH	22μH

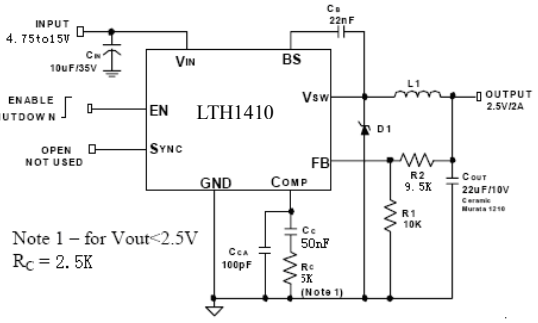


图 1 使用 MURATA 22μF/ 10V 陶瓷输出电容

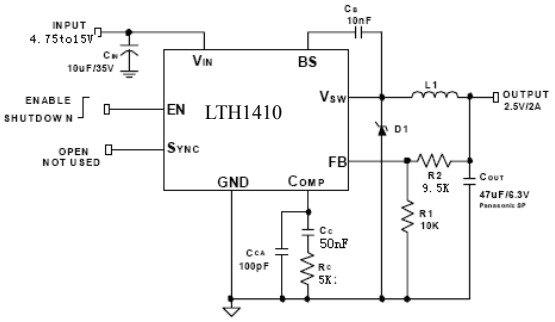


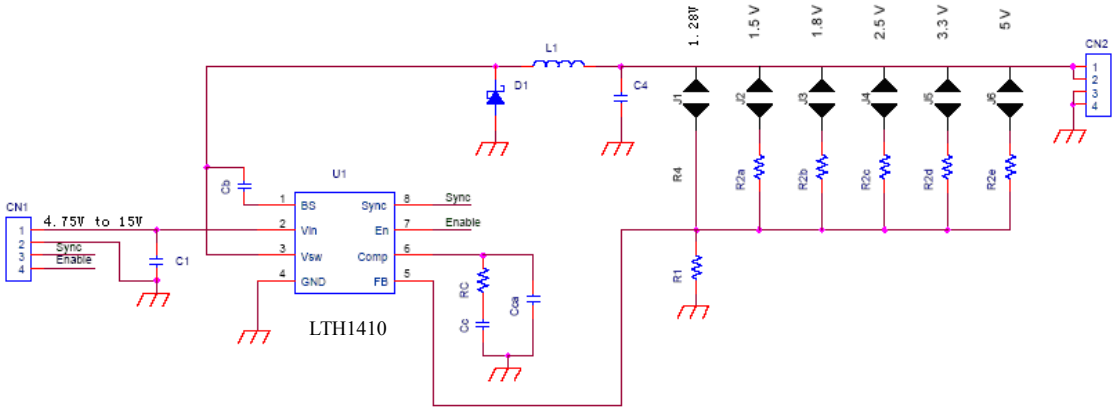
图 2 使用 Panasonic 47μF/6.3V 特殊聚合体电容。

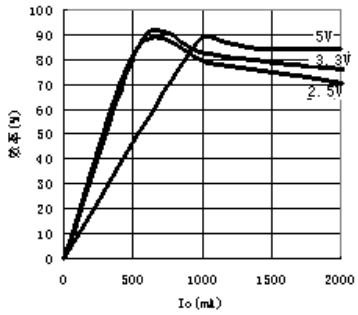
Vendor/Model	Value (uH)	Max I_{DC} (A)	Max DCR (Ω)	Core Type	Core Material	Package Dimensions (mm) W	L	H
Sumida								
CR75	10	2.3	0.070	Open	Ferrite	7.0	7.8	5.5
CR75	15	1.8	0.090	Open	Ferrite	7.0	7.8	5.5
CR75	22	1.5	0.110	Open	Ferrite	7.0	7.8	5.5
CDH74	10	2.75	0.056	Open	Ferrite	7.3	8.0	5.2
CDH74	15	2.1	0.083	Open	Ferrite	7.3	8.0	5.2
CDH74	22	1.7	0.130	Open	Ferrite	7.3	8.0	5.2
CDRH5D28	6.8	1.6	0.053	Shielded	Ferrite	5.5	5.7	5.5
CDRH5D28	10	1.3	0.065	Shielded	Ferrite	5.5	5.7	5.5
CDRH5D28	15	1.1	0.103	Shielded	Ferrite	5.5	5.7	5.5
CDRH6D28	6.8	2.3	0.031	Shielded	Ferrite	6.7	6.7	3.0
CDRH6D28	10	1.7	0.065	Shielded	Ferrite	6.7	6.7	3.0
CDRH6D28	15	1.6	0.057	Shielded	Ferrite	6.7	6.7	3.0
CDRH6D28	22	1.3	0.096	Shielded	Ferrite	6.7	6.7	3.0
CDRH6D38	6.8	2.3	0.031	Shielded	Ferrite	6.7	6.7	4.0
CDRH6D38	10	2.0	0.038	Shielded	Ferrite	6.7	6.7	4.0
CDRH6D38	15	1.6	0.057	Shielded	Ferrite	6.7	6.7	4.0
CDRH6D38	22	1.3	0.096	Shielded	Ferrite	6.7	6.7	4.0
CDRH104R	6.8	4.8	0.027	Shielded	Ferrite	10.1	10.0	3.0
CDRH104R	10	4.4	0.035	Shielded	Ferrite	10.1	10.0	3.0
CDRH104R	15	3.6	0.050	Shielded	Ferrite	10.1	10.0	3.0
CDRH104R	22	2.9	0.073	Shielded	Ferrite	10.1	10.0	3.0
Toko								
D53LC Type A	6.8	2.01	0.068	Shielded	Ferrite	5.0	5.0	3.0
D53LC Type A	10	1.77	0.090	Shielded	Ferrite	5.0	5.0	3.0
D53LC Type A	15	1.40	0.142	Shielded	Ferrite	5.0	5.0	3.0
D53LC Type A	22	1.15	0.208	Shielded	Ferrite	5.0	5.0	3.0
D75C	6.8	1.79	0.050	Shielded	Ferrite	7.6	7.6	5.1
D75C	10	1.63	0.055	Shielded	Ferrite	7.6	7.6	5.1
D75C	15	1.33	0.081	Shielded	Ferrite	7.6	7.6	5.1
D75C	22	1.09	0.115	Shielded	Ferrite	7.6	7.6	5.1
D104C	10	4.3	0.0265	Shielded	Ferrite	10.0	10.0	4.3
D104C	16	3.3	0.0492	Shielded	Ferrite	10.0	10.0	4.3
D104C	22	2.5	0.0265	Shielded	Ferrite	10.0	10.0	4.3
D10FL	10	2.26	0.051	Open	Ferrite	9.7	11.5	4.0
D10FL	15	2.00	0.066	Open	Ferrite	9.7	11.5	4.0
D10FL	22	1.83	0.100	Open	Ferrite	9.7	11.5	4.0
Coilcraft								
DO3308	10	2.4	0.030	Open	Ferrite	9.4	13.0	3.0
DO3308	15	2.0	0.040	Open	Ferrite	9.4	13.0	3.0
DO3308	22	1.6	0.050	Open	Ferrite	9.4	13.0	3.0
DO3316	10	3.8	0.030	Open	Ferrite	9.4	13.0	5.1
DO3316	15	3.0	0.040	Open	Ferrite	9.4	13.0	5.1
DO3316	22	2.6	0.050	Open	Ferrite	9.4	13.0	5.1

表 V 电感选择指南

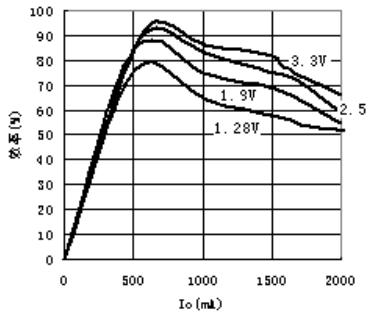
LTH1410 演示板原理图：

演示板展示了一个最普遍的使用电感和输出电容的应用图，并且可以编辑达到标准的输出电压，对于不同要求的输出电压，焊接适当的 J1-6 的跳线。





功效 vs.输出电压和输出电流（V_{IN}=10V）



功效 vs.输出电压和输出电流（V_{IN}=5V）

LTH1410 演示板 BOM

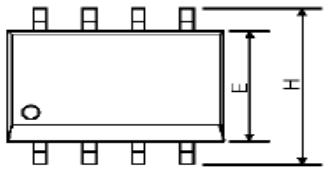
Item	Quantity	Reference	Part
1	2	CN1	4 Pin Connector
		CN2	4 Pin Connector
2	1	Cb	10nF 0603
3	1	Cc	50nF 0603
4	1	Cca	100pF 0603
5	1	C1	10uF 25V 1210
6	1	C4	22uF 10V Y5V 1210
7	1	D1	B230/SM 2A 30V Schottky
8	1	L1	15uH
9	2	RC	5K 1%
		R1	10K 1%
10	1	R2a	1.71K 1%
11	1	R2b	4.06K 1%
12	1	R2c	9.5K 1%
13	1	R2d	15.7K 1%
14	1	R2e	29.1K 1%

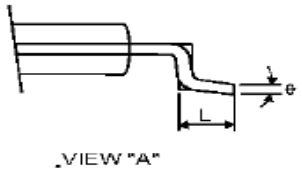
表 VI 标准输出电压的各元件推荐值

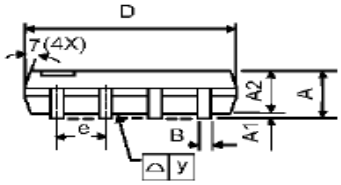
V_{out}	跳线	L1 最小值	R_C
1.28V	J1	6.8uH	2.5K
1.5V	J2	6.8uH	2.5K
1.8V	J3	10uH	2.5K
2.5V	J4	10 uH	5K
3.3V	J5	15 uH	5K
5.0V	J6	22 uH	5K

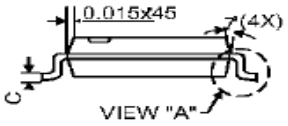
外观尺寸：

塑料 SO 封装









符号	尺寸（毫米mm）			尺寸(英寸inch)		
	最小值	一般值	最大值	最小值	一般值	最大值
A	1.40	1.60	1.75	0.055	0.063	0.069
A1	0.10	-	0.25	0.040	-	0.100
A2	1.30	1.45	1.50	0.051	0.057	0.059
B	0.33	0.41	0.51	0.013	0.016	0.020
C	0.19	0.20	0.25	0.0075	0.008	0.010
D	4.80	4.85	5.05	0.189	0.191	0.199
E	3.80	3.91	4.00	0.150	0.154	0.157
E	-	1.27	-	-	0.050	-
H	5.79	5.99	6.20	0.228	0.236	0.244
L	0.38	0.71	1.27	0.015	0.028	0.050
θ	0	-	8	0	-	8